

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ СОВРЕМЕННОГО СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО БЛОКЕРА МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ

Л. И. ШАЛАМАЙ^{1*}, Е. Е. МАЙОРОВ², Е. Ю. МЕНДОСА³, В. Б. ЛАМПУСОВА¹, Н. С. ОКСАС¹

¹ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И. П. Павлова
Санкт-Петербург, Россия

* l.shalamay@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
Санкт-Петербург, Россия

³ Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова
Москва, Россия

Аннотация. Показана перспективность и актуальность метода оптической спектроскопии для исследования стоматологического композитного реставрационного материала. Дана краткая характеристика исследуемого образца. Приведены технические характеристики автоматизированного спектрального прибора UV-1280. Получены спектральные зависимости коэффициента пропускания композитного материала Omnichroma Blocker. Измерены спектры пропускания для десяти образцов толщиной 0,3; 0,5; 0,9 и более 1 мм. Определено, что толщины слоя 0,3—0,5 мм этого композита достаточно для маскировки дисколоритов и придания реставрациям опакости при восстановлении сквозных полостей передних зубов. Показано, что при толщине слоя образца 0,3 мм в видимом диапазоне длин волн коэффициент пропускания не превышает 10 %.

Ключевые слова: спектроскопия, коэффициент пропускания, терапевтическая стоматология, реставрация, композитный материал, блокер, неорганический наполнитель

Ссылка для цитирования: Шаламай Л. И., Майоров Е. Е., Мендоса Е. Ю., Лампусова В. Б., Оксас Н. С. Определение рабочей толщины слоя современного стоматологического блокера методом спектроскопии // Изв. вузов. Приборостроение. 2022. Т. 65, № 2. С. 112—117. DOI: 10.17586/0021-3454-2022-65-2-112-117.

DETERMINATION OF THE WORKING LAYER THICKNESS OF A MODERN DENTAL BLOCKER BY SPECTROSCOPY

¹ Pavlov University, St. Petersburg, Russia

* l.shalamay@mail.ru

² St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
St. Petersburg, Russia

³ A. I. Evdokimov State University of Medical and Dentistry
Moscow, Russia

Abstract. The prospects and relevance of the optical spectroscopy method for study of modern stomatological restoration material are shown. A brief description of test sample is given. Technical characteristics of the automated spectral device UV-1280 are listed. Spectral dependences of optical transmittance of Omnichroma Blocker composite material are obtained. Transmission spectra are measured for ten samples with a thickness of 0.3; 0.5; 0.9 and more than 1 mm. It was determined that a layer thickness of 0.3–0.5 mm of this composite is sufficient to mask discolorations and make restorations opaque when restoring through cavities in the anterior teeth. It is shown that for a sample layer thickness of 0.3 mm, the transmission coefficient in the visible wavelength range does not exceed 10 %.

Keywords: spectroscopy, transmittance, therapeutic dentistry, restoration, composite material, blocker, inorganic filler

For citation: Shalamay L. I., Maierov E. E., Mendosa E. Yu., Lampusova V. B., Oksas N. S. Determination of the working layer thickness of a modern dental blocker by spectroscopy. *Journal of Instrument Engineering*. 2022. Vol. 65, N 2. P. 112—117 (in Russian). DOI: 10.17586/0021-3454-2022-65-2-112-117.

Введение. На рынке медицинских стоматологических композитов представлен широкий выбор восстановительных материалов разных производителей [1, 2]. Лидирующее место среди них занимают японские композиты, в частности, Омнихрома Блокер (Omnichroma

Blocker). Как правило, производители композитов уделяют огромное внимание химическому составу вещества и его биомеханическим свойствам. Важной задачей исследования является получение данных по оптическим свойствам таких материалов.

Omnichroma Blocker — не только качественный, но и дорогостоящий материал, применяемый при выполнении эстетических реставраций полостей коронковой части зубов. Государственные стоматологические клиники не всегда в состоянии приобрести Omnichroma Blocker, а частные медицинские стоматологические центры, имея этот композит, порой используют его нерационально. На основании опроса врачей выявлено, что при восстановлении сквозного дефекта переднего зуба стоматолог использует от 1 до 5 мм опакowego композита, в зависимости от размеров кариозной полости. Цель настоящей работы — исследование оптических свойств Omnichroma Blocker методом спектроскопии и определение оптимальной рабочей толщины этого композита при выполнении реставрации.

Для измерения оптических свойств Omnichroma Blocker перспективно использовать методы оптической спектроскопии, основанные на качественном и количественном анализе элементного состава вещества, а также извлечении данных об электронной структуре молекул и твердых тел. Спектральные методы анализа в медицине используются далеко не в полной мере, что объясняется постоянным развитием аппаратной базы методов, с одной стороны, и сложностью состава и свойств биологических жидкостей и тканей — с другой [3, 4]. В основе методов лежат процессы, протекающие при взаимодействии двух форм материи — вещества и поля, излучения видимой, УФ- и ИК-областей спектра [5, 6]. Это взаимодействие приводит к различным энергетическим переходам, которые регистрируются экспериментально в виде поглощенного, отраженного, рассеянного и люминесцентного электромагнитных излучений. В настоящей работе измерялась интенсивность света, прошедшего сквозь образец в соответствующем диапазоне длин волн [7—11].

Объект и метод исследования. Omnichroma Blocker — светоотверждаемый, рентгеноконтрастный композитный материал. Omnichroma Blocker содержит 82 % по массе (71 % — по объему) кремний-циркониевого наполнителя и композитного наполнителя. Высокая степень наполненности композита обеспечивает низкую полимеризационную усадку. Весь неорганический наполнитель, содержащийся в Omnichroma Blocker, — сферический (средний размер частиц: 0,2 мкм, фракционный состав частиц: от 0,1 до 0,3 мкм). Мономерная основа содержит бис-глицедиметилметакрилат (Bis-GMA) и триэтиленгликоль диметакрилат.

Этот материал по биомеханическим свойствам перспективен для выполнения нагруженных реставраций твердых тканей передних и задних зубов. Неорганические наполнители на основе кремний-циркониевых соединений, входящие в состав Omnichroma Blocker, обеспечивают превосходную стойкость и надежность. Применяется Omnichroma Blocker для восстановления полостей всех классов Блека в случае необходимости устранить дисколорит или придать опакость реставрации.

Образцы материала разной толщины (0,3; 0,5; 0,9 и более 1 мм) в количестве 20 штук были предоставлены компанией ООО „Центр имплантации и комплексного лечения“ (Санкт-Петербург).

Измерения спектров пропускания проводились на автоматизированном спектрометре UV-1280 компании Shimadzu (рис. 1).



Рис. 1

Технические характеристики прибора приведены ниже.

Модель.....	UV-1280
Спектральный диапазон, нм.....	190—1100
Ширина щели, нм.....	5
Скорость сканирования, нм/мин.....	9—1600
Точность установки длины волны, нм.....	± 1
Воспроизводимость по шкале длин волн, нм.....	± 0,3
Уровень рассеянного излучения.....	< 0,02 %
NaI, нм.....	220
NaNO ₂ , нм.....	340
Фотометрический диапазон.....	от – 3,0 до + 3,0 Abs (от 0 до 200 %)
Фотометрическая точность	
при 0,5 Abs.....	±0,002
при 1,0 Abs.....	±0,004
при 2,0 Abs.....	±0,006
Фотометрическая воспроизводимость	
при 0,5 Abs.....	± 0,002
при 1,0 Abs.....	± 0,002
при 2,0 Abs.....	± 0,002
Дрейф нулевой линии, Abs/ч.....	0,001
Размеры прибора, мм.....	416×379×274
Масса, кг.....	10

UV-1280 предназначен для решения различных задач в научно-исследовательских лабораториях, лабораториях пищевой промышленности и экологического мониторинга, а также центров биологического и биотехнологического профиля. Последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств (USB) и его функция контроля позволяют легко подключать принтер или персональный компьютер (ПК) с принтером. UV-1280 управляется с помощью встроенного русифицированного программного обеспечения (входит в стандартную комплектацию) и процессора, или с помощью ПК. Прибор поддерживает возможность подключения сканера штрих-кода, USB-клавиатуры и печать с помощью сетевого принтера. Кюветное отделение позволяет легко заменять стандартный держатель 10 мм кюветы на дополнительные приставки.

Спектрометр совместим с автосамплерами ASX-280 и ASX-560 (Teledyne CETAC). Элементы управления автосамплерами полностью интегрированы в программное обеспечение LabSolutions UV-Vis. Для каждого образца можно задать индивидуальные параметры проведения анализа. ASX-280: 120 виал (объем виал 15 мл), 2 стандартных планшета по 60 позиций в каждом. ASX-560: 240 виал (объем виал 15 мл), 4 стандартных планшета по 60 позиций в каждом [12—19].

Экспериментальные результаты. Для проведения измерений образец крепился специальным образом в канале измерений. На рис. 2 приведены образец и каналы измерения.

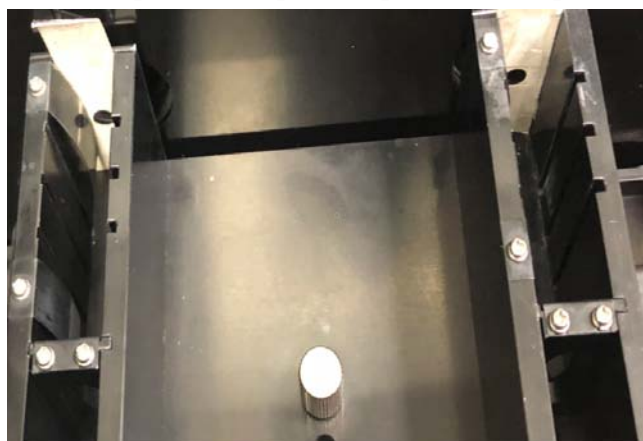


Рис. 2

Спектры пропускания измерены на двадцати образцах Omnichroma Blocker (рис. 3, 1 — 0,3; 2 — 0,5; 3 — 0,9; 4 — более 1 мм).

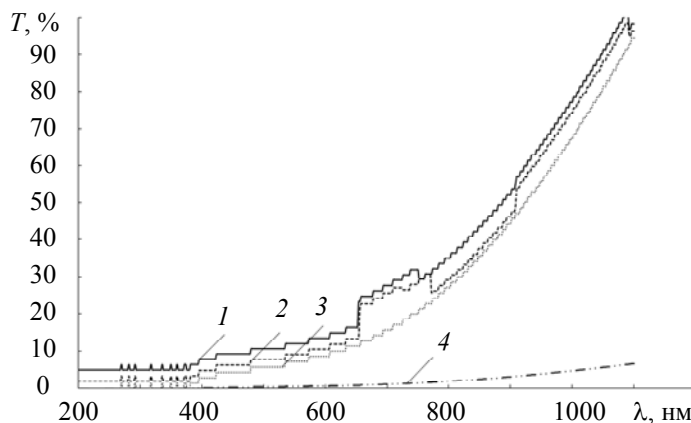


Рис. 3

Полученная информация о спектрах пропускания этих образцов подтверждает сильную зависимость от длин волн в диапазоне 250—400 нм. По форме спектральные кривые пропускания практически соответствуют, характерных сдвигов спектральных кривых не наблюдалось.

Таким образом, анализ показал, что при толщине 0,3 мм образец пропускает лишь 10 % светового излучения. А это означает, что данной толщины слоя композита Omnichroma Blocker достаточно для устранения излишней прозрачности и придания оптимальной opakовости реставрациям даже при восстановлении обширных сквозных дефектов твердых тканей зубов.

Заключение. Проведенное экспериментальное исследование Omnichroma Blocker спектральным методом имеет важное практическое значение как для терапевтической стоматологии, так и для оптического приборостроения. Эта методика показывает необходимую толщину слоя композита для точного воспроизведения эстетических параметров при восстановлении сквозных дефектов твердых тканей передних зубов. Полученные результаты дополняют информационную базу по исследуемому материалу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луцкая И. К. Практическая стоматология. Минск: Бел. наука, 1999. 360 с.
2. Виноградова Т. В., Уголева С. А., Казанцев Н. Л., Сидоров А. В., Шевченко М. В. Клинические аспекты применения композитов для реставрации зубов // Новое в стоматологии. 1995. № 6. С. 326.
3. Левин Б. Оптические свойства реставраций, или что беспокоит пациентов? // ДентАрт. 2004. № 4. С. 30—33.
4. Пархамович С. Н., Тюкова Е. А., Минчук С. А. Оптическое восприятие композиционных реставраций в ультрафиолетовом свете // Современная стоматология. 2014. № 2. С. 77—79.
5. Луцкая И. К., Марченко Е. И., Чухрай И. Г. Эстетическое пломбирование некариозных дефектов твердых тканей зуба // Современная стоматология. 2012. № 1. С. 29—31.
6. Креопалова Г. В., Лазарева Н. Л., Пурыев Д. Т. Оптические измерения. М.: Машиностроение, 1987. 264 с.
7. Шаламай Л. И., Кузьмина Д. А., Майоров Е. Е., Мендоса Е. Ю., Сакерина А. И., Нарушак Н. С. Исследование оптических свойств твердых тканей зуба и композитных материалов посредством фотометрического анализа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2020. № 8. С. 11—17. DOI: 10.25791/pribor.08.2020.1196.
8. Кузьмина Д. А., Мендоса Е. Ю., Майоров Е. Е., Писарева Е. А., Шаламай Л. И. Флуориметрия зубов *in vitro* и композитных материалов // MEDICUS. Международный медицинский научный журнал. 2020. № 6(36). С. 68—75.

9. Maiorov E. E., Prokopenko V. T., Ushveridze L. A. A system for the coherent processing of specklegrams for dental tissue surface examination // Biomedical Engineering. 2014. Vol. 47, N 6. P. 304—306. DOI: 10.1007/s10527-014-9397-2.
10. Прокопенко В. Т., Майоров Е. Е., Машек А. Ч., Удахина С. В., Цыганкова Г. А., Хайдаров А. Г., Черняк Т. А. Оптико-электронный прибор для контроля геометрических параметров диффузно отражающих объектов // Изв. вузов. Приборостроение. 2016. Т. 59, № 5. С. 388—394. DOI: 10.17586/0021-3454-2016-59-5-388-394.
11. Кузьмина Д. А., Мендоса Е. Ю., Майоров Е. Е., Нарушак Н. С., Шаламай Л. И. Спектроскопия отражения тканей зубов *in vitro* и наногибридных реставрационных материалов // MEDICUS. Международный медицинский научный журнал. 2020. № 5(35). С. 68—73.
12. Майоров Е. Е., Машек А. Ч., Цыганкова Г. А., Писарева Е. А. Исследование спектрофотометра ультрафиолетовой области длин волн для анализа спектров пропускания дисперсных сред // Изв. ТулГУ. Технические науки. 2018. Вып. 4. С. 357—365.
13. Майоров Е. Е., Туровская М. С., Литвиненко А. Н., Черняк Т. А., Дагаев А. В., Пономарев С. Е., Курлов В. В., Катунин Б. Д. Исследование разработанного спектрофотометра для ультрафиолетовой области спектра и его технико-экономическое обоснование // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2018. № 7. С. 38—43.
14. Maiorov E. E., Shalamay L. I., Dagaev A. V., Kirik D. I., Khokhlova M. V. An interferometric device for detecting subgingival caries // Biomedical Engineering. 2019. Vol. 53. P. 258—261. DOI: 10.1007/s10527-019-09921-0.
15. Кузьмина Д. А., Майоров Е. Е., Шаламай Л. И., Мендоса Е. Ю., Нарушак Н. С. Использование метода спектроскопии отражения для распознавания подлинности стоматологических реставрационных материалов // Изв. вузов. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 1. С. 63—70. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-1-63-70.
16. Кузьмина Д. А., Мендоса Е. Ю., Майоров Е. Е., Нарушак Н. С., Сакерина А. И., Шаламай Л. И. Экспериментальные исследования оптических свойств твердых тканей передних зубов и современных синтетических пломбировочных материалов // Стоматология для всех. 2020. № 4. С. 58—62. DOI: 10.35556/idr-2020-4(93)58-62.
17. Майоров Е. Е., Шаламай Л. И., Кузьмина Д. А., Мендоса Е. Ю., Нарушак Н. С., Сакерина А. И. Спектральный анализ стоматологического реставрационного материала и зубной ткани пациентов разных возрастных групп *in vitro* // Изв. ТулГУ. Технические науки. 2020. № 8. С. 105—114.
18. Шаламай Л. И., Мендоса Е. Ю., Кузьмина Д. А., Майоров Е. Е. Исследование оптических свойств композитных материалов и твердых тканей зуба пациентов *in vitro* // Dental Forum. 2021. № 1. С. 3—6.
19. Кузьмина Д. А., Шаламай Л. И., Мендоса Е. Ю., Майоров Е. Е., Нарушак Н. С. Флуоресцентная спектроскопия для анализа пломбировочных материалов и твердых тканей зубов *in vitro* // Изв. вузов. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 7. С. 576—582. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-7-576-582.

Сведения об авторах

- | | |
|-------------------------------------|---|
| Людмила Ивановна Шаламай | — канд. мед. наук, доцент; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, кафедра стоматологии терапевтической и пародонтологии; E-mail: l.shalamay@mail.ru |
| Евгений Евгеньевич Майоров | — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, кафедра прикладной математики; E-mail: majorov_ee@mail.ru |
| Елена Юрьевна Мендоса | — Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, кафедра клинической стоматологии; ассистент; E-mail: mendosaMSUMD@gmail.com |
| Виктория Борисовна Лампусова | — канд. мед. наук, доцент; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, кафедра стоматологии терапевтической и пародонтологии; E-mail: victoriala383@gmail.com |
| Наталья Сергеевна Оксас | — канд. мед. наук; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, кафедра стоматологии терапевтической и пародонтологии; E-mail: gyvas@yandex.ru |

Поступила в редакцию 14.10.2021; одобрена после рецензирования 10.11.2021; принята к публикации 30.12.2021.

REFERENCES

1. Lutsкая I.K. *Prakticheskaya stomatologiya* (Practical Dentistry), Minsk, 1999, 360 p. (in Russ.)
2. Vinogradova T.V., Ugoleva S.A., Kazantsev N.L., Sidorov A.B., Shevchenko M.V. *Novoye v stomatologii*, 1995, no. 6, pp. 326. (in Russ.)
3. Levin B. *DentArt*, 2004, no. 4, pp. 30–33. (in Russ.)
4. Parkhamovich S.N., Tyukova E.A., Minchuk S.A. *Sovremennaya stomatologiya*, 2014, no. 2, pp. 77–79. (in Russ.)
5. Lutsкая I.K., Marchenko E.I., Chukhrai I.G. *Sovremennaya stomatologiya*, 2012, no. 1, pp. 29–31. (in Russ.)
6. Kreopalova G.V., Lazareva N.L., Puryayev D.T. *Opticheskiye izmereniya* (Optical Measurements), Moscow, 1987, 264 p. (in Russ.)
7. Shalamay L.I., Kuzmina D.A., Maiorov E.E., Mendosa E.Yu., Sakerina A.I., Narushak N.S. *Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics*, 2020, no. 8, pp. 11–17, DOI: 10.25791/pribor.08.2020.1196. (in Russ.)
8. Kuzmina D.A., Mendoza E.Yu., Mayorov E.E., Pisareva E.A., Shalamay L.I. *MEDICUS*, 2020, no. 6(36), pp. 68–75. (in Russ.)
9. Maiorov E.E., Prokopenko V.T., Ushveridze L.A. *Biomedical Engineering*, 2014, no. 6(47), pp. 304–306, DOI: 10.1007/s10527-014-9397-2.
10. Prokopenko V.T., Maiorov E.E., Mashek A.Ch., Udakhina S.V., Tsygankova G.A., Khaidarov A.G., Chernyak T.A. *Journal of Instrument Engineering*, 2016, no. 5(59), pp. 388–394. DOI: 10.17586/0021-3454-2016-59-5-388-394. (in Russ.)
11. Kuzmina D.A., Mendoza E.Yu., Maiorov E.E., Narushak N.S., Shalamay L.I. *MEDICUS*, 2020, no. 5(35), pp. 68–73. (in Russ.)
12. Maiorov E.E., Mashek A.Ch., Tsygankova G.A., Pisareva E.A. *News of the Tula state university. Technical sciences*, 2018, no. 4, pp. 357–365. (in Russ.)
13. Maiorov E.E., Turovskaya M.S., Litvinenko A.N., Chernyak T.A., Dagaev A.V., Ponomarev S.E., Kurlov V.V., Katunin B.D. *Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics*, 2018, no. 7, pp. 38–43. (in Russ.)
14. Maiorov E.E., Shalamay L.I., Dagaev A.V., Kirik D.I., Khokhlova M.V. *Biomedical Engineering*, 2019, vol. 53, pp. 258–261, DOI: 10.1007/s10527-019-09921-0.
15. Kuzmina D.A., Maiorov E.E., Shalamay L.I., Mendosa E.Yu., Narushak N.S. *Journal of Instrument Engineering*, 2021, no. 1(64), pp. 63–70, DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-1-63-70 (in Russ.)
16. Kuzmina D.A., Mendoza E.Yu., Maiorov E.E., Narushak N.S., Sakerina A.I., Shalamay L.I. *Dentistry for everyone*, 2020, no. 4, pp. 58–62, DOI.org/10.35556/idr-2020-4(93)58-62. (in Russ.)
17. Maiorov E.E., Shalamay L.I., Kuzmina D.A., Mendosa E.Yu., Narushak N.S., Sakerina A.I. *News of the Tula State University. Technical sciences*, 2020, no. 8, pp. 105–114. (in Russ.)
18. Shalamay L.I., Mendoza E.Yu., Kuzmina D.A., Maiorov E.E. *Dental forum*, 2021, no. 1, pp. 3–6. (in Russ.)
19. Kuzmina D.A., Shalamay L.I., Mendosa E.Yu., Maiorov E.E., Narushak N.S. *Journal of Instrument Engineering*, 2021, no. 7(64), pp. 576–582, DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-7-576-582 (in Russ.)

Data on authors

Ludmila I. Shalamay	—	PhD, Associate Professor; Pavlov University, Department of Therapeutic Dentistry and Periodontology; E-mail: l.shalamay@mail.ru
Evgeny E. Maiorov	—	PhD, Associate Professor; St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Department of Applied Mathematics; E-mail: maiorov_ee@mail.ru
Elena Yu. Mendosa	—	A. I. Evdokimov State University of Medical and Dentistry, Department of Clinical Dentistry; Assistant; E-mail: mendosaMSUMD@gmail.com
Victoria B. Lampusova	—	PhD, Associate Professor; Pavlov University, Department of Therapeutic Dentistry and Periodontology; E-mail: victoriala383@gmail.com
Nataliya S. Oksas	—	PhD; Pavlov University, Department of Therapeutic Dentistry and Periodontology; E-mail: gyvas@yandex.ru

The article was submitted 14.10.2021; approved after reviewing 10.11.2021; accepted for publication 30.12.2021.